

河川微地形の形態的特徴とその河川景観設計への適用

On characteristics of small scale landform of rivers and those applications to riverscape design.

篠原 修 *
武田 裕 **
伊藤 登 ***
岡田 一天 ****

BY Osamu SHINOHARA
Yutaka TAKEDA
Noboru ITOH
Kazutaka OKADA

Modern river facilities have been generally designed from the functional point of view, but in this decade people have changed their thought of river from as the channel to as the important natural and recreational open space. Following this change, environmental revetments, for example shrub type and firefly type, are introduced rapidly.

Though the environmental concern, people begin to notice that forms of those revetment are still uniform and not harmonized with the riverscape. In the paper we proposed a new design method of river facilities based on identity concept by analyzing characteristics of small landform of natural rivers.

1 はじめに

近年、河川空間に対する人々の関心が高まり、従来の治水・利水のみを目的とした河川整備から、各種の環境護岸や河川敷公園の整備が盛んになってきている。表-1はこのような動きを、河川空間づくりに対する考え方から整理したものである。

機能主義的な治水一辺倒の河川空間づくりの背後にあるものを治水思想と呼べば、治水上支障のない限り、環境を保全・再現しようとする考え方を環境思想と呼べよう。環境思想に基づく設計においては環境の個別の機能に着目し、それを短絡的に形に表現する手法（個別環境表現主義）に陥り、それを形としてどう洗練するかといった面での検討が不十分であった。いず

れも主目的とする機能の充足のみを単目的に追求する考え方であり、河川空間の魅力を損ってきたものと言えよう。

これらに対し、本研究で提案する川らしさ思想とは、本来の河川が持つ多様な機能をバランスよく表現しようとする河川空間づくりの考え方であり、上記の2思想と設計思想的には対立する。しかし、治水・環境上の要求を無視するものではもちろんなく、設計上何より「川らしさ」、即ち、河川の多機能の豊かさを重視しようとする。近年に至り、再び「川らしさ」の重要性が認識されつつあるが、その具体的内容、表現手法

表-1 河川の設計手法とその考え方

河川思想	設計思想	設計手法
治水思想 (迅速流下)	機能主義 (単目的)	水理学に基づく 平滑幾何学的手法
環境思想	個別環境表現主義 (単目的)	環境護岸 (緑化護岸)等
川らしさ思想 (河川のアイデンティティ)	河川風景主義 (複合目的)	河川微地形の洗練 化手法

—— は、本研究で提案する手法・考え方

- * 正会員 工博 東京大学助教授 農学部林学科
(☎113) 東京都文京区本郷7-3-1
- ** 建設省土木研究所緑化研究室
(☎305) 茨城県筑波郡豊里町大字旭1番地
- *** 正会員 工修 ㈱ポリテクニクコンサルタンツ
(☎104) 東京都中央区京橋2-12-12
- **** 正会員 工修 ㈱アイエヌエー新土木研究所
(☎162) 東京都新宿区水道町22-1

については、曖昧模糊としているのが実情と言えよう。

本研究は河川風景主義の考え方に立ち、その一つの具体化として、自然河川地形に範を置いたデザイン手法を提示するものである。即ち、自然性の高い河川にみられる微地形の形態の特徴を分析・類型化するとともに、それに基づく景観設計の基本型を提示することを目的とする。

なお、ここで提示する景観設計の基本型は、自然の川らしさがもとめられる拠点的河川空間の整備において特に適用性の高いデザイン手法であると考える。

ところで、河川地形については、地形学、河川工学、生態学の各分野で研究が進められている。しかし、地形学の分野では一般に扇状地地形等の大スケールの地形が、河川工学では砂漣、砂堆等の河床地形が主な研究対象であり、微地形については、河原の植生との関係での研究例が若干みられるものの、^{1,2)} それ自体の特徴の把握を主目的とする研究は見当たらないのが現状である。

2 分析対象とした河川微地形とそのスケール

河川の地形は河成段丘のような長い年月の経過により形成される大規模なものから、砂漣、砂堆といった洪水の度にその姿を変えてしまうものまで、そのスケール、タイムスパンとも実に様々である。

これらを、河川景観設計への応用という観点からみると、景観設計に対応するスケールであること、比較的安定的な地形であること、人為による影響が少ないこと、人々が日常的に接している平水時における地形であることが重要であると考えられる。

表-2 河岸・寄洲のスケールとそのオーダー

部位	地形名	垂直方向	横断方向	縦断方向
水面上	河岸	$1 \times 10^0 m$	$1 \times 10^0 m$	$1 \times 10^2 \sim 1 \times 10^3 m$
	寄洲	$1 \times 10^{-1} \sim 1 \times 10^0 m$	$1 \times 10^0 \sim 1 \times 10^2 m$	$1 \times 10^1 \sim 1 \times 10^2 m$

注) 縦断方向のスケールは、1 蛇行長の中で捉えたもの

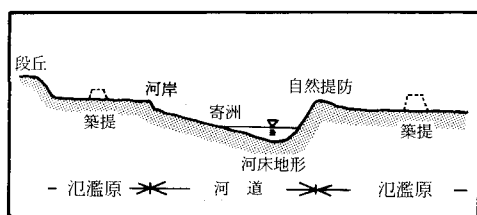


図-1 河川横断面の模式図

本研究では、現地調査等による微地形調査の難易性も考慮し、河道内にみられる微地形、中でも平水時において水面上に現われる河岸と寄洲を調査の対象とした。これらの微地形の形態は、基本的に洪水によって決まり、平水時の微妙な水位・水量等の変化で、その形が大きく変わることは一般に少ないといわれている。表-2に河岸・寄洲のスケールのオーダーを、図-1に一般的な河道横断面における位置を示した。

3 分析の方法

(1) 微地形類型化の考え方

地形学では、地形の形態について基本的分類を行った研究例がある。図-2はトロエ³⁾が示したものであり、扇状地等の地形がコンターラインの凹凸、断面形の凹凸の組み合わせで4パターンに分類できることを指摘している。又、高山⁴⁾は、斜面の断面形を①凸面から凹面、②凸面から一様斜面を経て凹面、③凸面から崖、一様斜面を経て凹面という3パターンの基本的構成で説明できるとしている。

本研究では、河岸、寄洲の形態的特徴を記述するにあたって、これらの形状分類を分析の枠組とした。

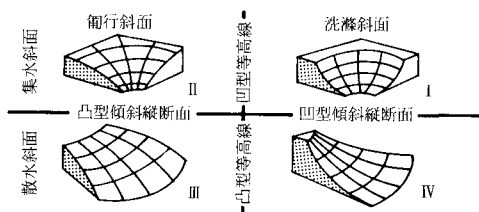


図-2 形態と水的作用による地形の斜面要素の分類³⁾

(2) 調査の方法

本研究では、現地調査による微地形の観察、写真撮影を主体に、適宜 1/2,500 河川平面図、航空写真を参考とし、その特徴を定性的に把握した。

(3) 河岸分析の方法

河岸の横断面形状に着目し、「流心との位置関係」、「河床物質」の2つの視点で類型化を行った。又、その縦断方向の変化、植生の位置の特徴についても併せて記述した。

(4) 寄洲分析の方法

寄洲は、全体形状と水際部形状に着目した。全体形状は、平面形と断面形で捉え、「河道屈曲の程度（交角）」で類型化を行い水際部形状は、「流心との

位置関係」で類型化を行った。

又、寄洲内の植生位置についても併せてその特徴の記述を行った。

4 調査対象河川の概況

調査対象河川としては、本研究の目的に照らし合わせ、比較的自然性が高く、寄洲の発達し易いと考えられる砂礫系の河川3川と、それらとの比較のため粘土質系の河川1川の計4河川を選定した。表-3に対象河川の調査区間の概要を示した。

表-3 対象河川の概況

	那珂川	久慈川	由良川	小貝川
調査時期	昭60年 8、10月	昭60年 9月	昭60年 9月	昭60年 10月
調査ポイント数	34	3	18	4
流路延長	150 km	124 km	146 km	112 km
流域面積	3,270 km ²	1,490 km ²	1,880 km ²	1,043 km ²
調査区間 (河口からの距離)	8~82 km	22~25km	25~52 km	27~30 km
河床勾配 (調査区間)	1/2,600 ~1/350	1/800	1/1,800 ~1/1,000	1/5,250
河床物質 (調査区間)	砂礫	砂礫	砂礫	粘土質

5 河川微地形の形態的特徴とその基本類型

(1) 河岸

a) 断面形状

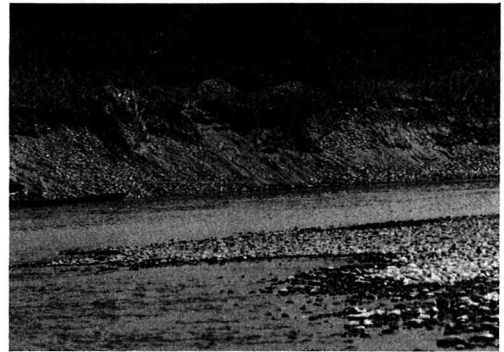
河岸の横断面形状は、河道条件等により極めて複雑な形状を見せるが、今回の調査データを分析した結果では、砂礫系河川2タイプ、粘土質系河川2タイプ、計4タイプの比較的単純な形に類型化することができた。表-4にそれらを示す(その形態的特徴から、石垣型、土塁型と命名し、さらに緩勾配、急勾配に区分する)。これらは河道屈曲外側凹部でみられたものであり、屈曲内側凸部では植物の繁茂等により多くのデータを得れなかったが、基本的に凹部と同様か又は、一様な断面からなっていた。

砂礫系河川の断面の基本は、肩部の垂直に近い面とそれよりも緩い斜面からなっており、凸型の断面は見られなかった。一方、粘土質系河川の場合は、流心が近く水流が特に強い箇所の断面の基本は砂礫系河川と同様であるが、一般には肩部の面が砂礫系河川よりも緩やかで、凸型断面も見られた。両者のこの形態の違いは、砂礫系河川の河岸が、水の浸透によって砂が洗われることにより地盤が緩み自重で崩壊

して、肩部に垂直面が現われるのに対し、粘土質系河川の河岸では、一般に水の浸透による影響よりも、表面を流水で洗われる影響の方が強く現われるためと思われる。

表-4 河岸横断面の基本類型

	流心が近い	流心が遠い
砂礫系河川 (石垣型)	急勾配石垣型 	緩勾配石垣型 
粘土質系河川 (土塁型)	急勾配土塁型 	緩勾配土塁型 



写-1 急勾配石垣型の河岸(那珂川左岸33km地点)



写-2 急勾配土塁型の河岸(小貝川左岸29km地点)

b) 縦断方向の変化

河岸の横断面形状が長い区間にわたって、同一の形状、スケールで連続する例は見られなかった。即ち、縦断方向に漸次的変化を見せる事が特徴である。

c) 植生の位置

植生は河道屈曲外側凹部の場合には、河岸の肩部ぎりぎりの所から生育していたが、屈曲内側凸部では斜面下端まで覆っている例が見られた。又、河岸の崩壊に伴って、支持地盤を失った植生が垂れ下り、これが書割線を形成する例も見られた。



写－3 縦断方向の微地形の変化に応じた植生の繁茂による書割線の形成（那珂川右岸33km地点）

(2) 寄洲

a) 全体形状

寄洲の全体形状は、表－5に示すように凸型散水型と水滴型とでも呼ぶべき2つの型に類型化することができた。この2つの型の発地点の相違を流軸の交角で分析した所、凸型散水型の寄洲は交角がおよそ90度以上の河道屈曲内側凸部で発生し、90度以下では水滴型となるのが一般的であった。

凸型散水型の寄洲は数例見られたにすぎなかったが、平水時、洪水時ともに流心が対岸に偏り、寄洲上の流速がさほど大きくならないこともあって、一般にその形は安定しており、移動しにくいと言われている。形態上の主たる特徴は、全体曲面が凸型散水斜面を形成していることである。これをもう少し細かく見ると、帯状の段差や微高地が流水方向に形成される例が多く見られる（図－3参照）。

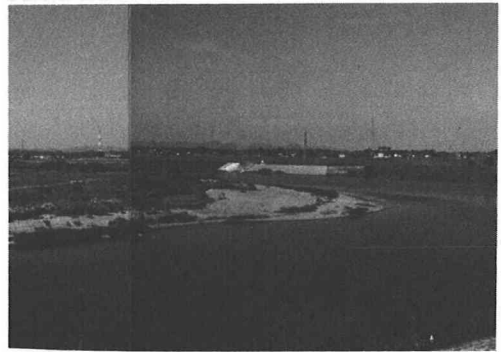
水滴型の寄洲は、数多く確認することができた。この型の寄洲は河道屈曲が緩いため、洪水時に流速を増した水流で洗われることが多く、一般にその形は不安定で移動しやすいと言われている。形態上の主な特徴は次の点である。

- ・下流端部に尻尾状の地形を有することが多い。
- ・横断面は一般に緩やかな一様斜面である。

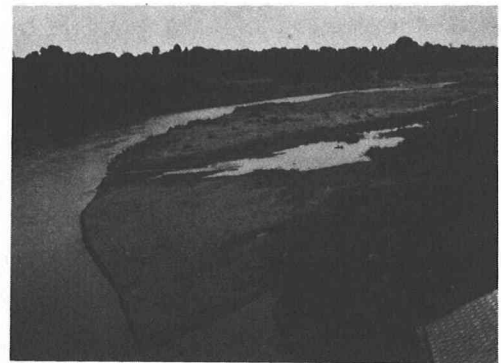
- ・帯状の段差や微高地が流水方向に形成されることが多い。特に微高地は下流端付近での形成が多く見られた。

表－5 寄洲全体形状の基本類型

類型	断面形	平面形
凸型散水型 (交角90°以上)		
水滴型 (交角90°以下)		



写－4 凸型散水型の寄洲（那珂川右岸17km地点）



写－5 水滴型の寄洲（久慈川左岸24km地点）

b) 水際部形状

寄洲水際部の形状は実に様々な形態を見せるが、流心との位置関係から表－6に示す6つの型に類型化することができた。

凸型散水型の寄洲の水際部形状は、タイプ3のみであった。断面形は比較的小さい斜面であり、水際線

の輪郭が非常に明確ですっきりとしているのが特徴である。一方、水滴型の寄洲は流心の位置が凸型散水型の場合と比較して不明瞭である例が多かった。最も一般的な型はタイプ4であり、断面形は非常に緩い斜面で、水際線は全体になめらかであるがその輪郭が不明瞭であるのが特徴である。水滴型の寄洲は、河道条件等の相違によって寄洲に流れが偏ってできるタイプ1、タイプ2、平瀬や緩い瀬を伴う時に見られるタイプ5、タイプ6等の型を確認することができた。特にタイプ6のように水際線が波状になるものは、流軸方向の眺めにおいて書割線を形成する効果がある。

表－6 寄洲水際部形状の基本類型（凸型散水型はタイプ3のみ）

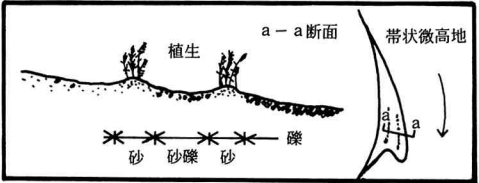
		断面形	平面形	特徴
流心の位置が明瞭	近い（寄洲に偏る）	タイプ1		・断面形が崖状 ・水際線が明瞭
		タイプ2		・断面肩部が凸型 ・水際線は明瞭
	遠い（対岸）	タイプ3		・断面が緩い斜面 ・水際線が明瞭（凸型散水型寄洲）
流心の位置が不明瞭		タイプ4		・水際線の輪郭が不明瞭 ・水滴型寄洲の一般形
		タイプ5		・尻尾状部、または上流端が平瀬のために不明瞭
		タイプ6		・緩い瀬がある ・書割線の形成



写－6 タイプ6の水際部（由良川右岸29km地点）

c) 植生の位置

凸型散水型、水滴型の2つの寄洲ともに、植生は寄洲上の微高地や段差部で多く見られるのが特徴であるほか、寄洲上の河床物質が図－3に示すように礫を中心とした寄洲でも植生の繁茂した微高地上では砂が中心となる傾向がある。



図－3 微高地上の植生による河床物質の変化

(4) 河川微地形の景観的效果

河川微地形は、河岸断面形の漸次的変化や寄洲水際部の型に見られるように実に豊かな表情を見せる。このような形の非一様性が広大な河川空間に変化を与えており、これが河川景観独特な魅力の源であるといえよう。

表－7に河岸・寄洲の形態的特徴とその主な景観的效果をまとめた。

表－7 河川微地形の景観的效果

微地形	形態的特徴	景観的效果
河岸	肩部垂直面と斜面からなる断面形	・断面が2つの部分からなることにより高さ感が軽減される。 ・接合部での陰影の変化が表情を与える。
	断面形の縦断方向の漸次的変化	・縦断方向の眺めにおける不可視領域の発生が連続的な見えを分節する。
	肩部際部の植生	・肩部の線をぼかすことにより柔らかな印象を与える。
寄洲（全体形状）	凸型・水滴型の平面形状 尻尾状地形 帯状の微高地 河床物質の変化	・河道屈曲に対応した平面形状であり、異和感を感じさせない。 ・寄洲空間における水空間の取り込み。 ・不可視領域の形成により広い寄洲空間を分節する。 ・寄洲面のテクスチャーの変化を与え、無表情さを緩和する。
寄洲（水際部形状）	不明瞭な水際線 波状の水際線 明瞭な水際線 上記のような多様な水際形状 水面との小さな比高	・水と陸という2つの空間に隔絶感を与えない。 ・水際線の入り組みが親水性の高い風景を生み出す。 ・水との間に緊張感を与える。 ・豊かな水辺の表情を与える。 ・水面と寄洲との視覚的な一体感を高める。

6 河川景観設計への適用

(1) 河川微地形と設計対象との対応関係

河川の微地形の形態の特徴を実際の河川の景観設計に応用するにあたって想定しうる対応関係を示したものが図-4である。河川景観設計への適用の際には、この対応関係を誤まらないことが最も初歩的な前提である。更に、設計にあたっては、水際から始まって、寄洲、河岸、氾濫原等へと続く、河川横断面における河川微地形の連続性を乱さないことが原則である。例えば、低水護岸に河岸を対応させておきながら、その背後の高水敷に寄洲を対応させるといったような、自然河川にはあり得ない順序性による適用は行わないということである。

今回の検討では、設計対象に河川形態の骨格的な要素である低水護岸、高水敷、堤防をとりあげた。

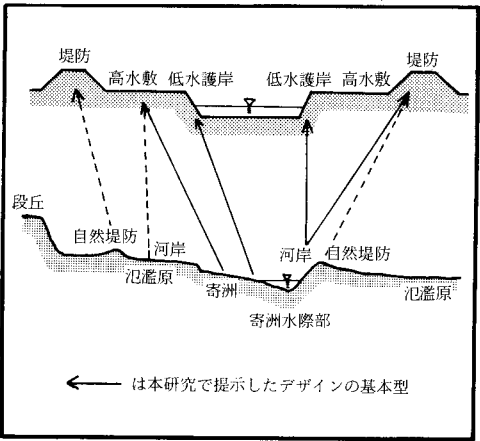


図-4 河川微地形の設計対象物への適用性

表-8 景観設計の基本型

設計対象	適用しうる微地形	基 本 型	
		形 態 の 特 徴	模式図(断面形とその縦断方向の漸次的変化)
護 岸	河 岸	①垂直に近い護岸肩部とそれよりも緩い斜面部からなる断面形状 ②河道屈曲に応じた断面形状の漸次的変化 ・凸部で緩く、凹部で急な勾配	 ・凸型の斜面部は基本型としない
	寄洲水際部	①比較的緩勾配の一樣斜面からなる断面形状 ②屈曲凸部の上流側から下流側に向けての断面形状の漸次的変化 ・水際部の微妙な変化等	 ・凹型断面は基本型としない
高 水 敷	寄 洲	①比較的緩勾配の一樣斜面からなる断面形状 ②河道屈曲に応じた高水敷幅の縦断方向の漸次的変化 ・凸部で広く、凹部で狭い高水敷幅 ③屈曲凸部下流端の尻尾状地形と微高地、帯状の微高地等のディテールの変化	 ・凹型断面は基本型としない
堤 防	河 岸	①一樣斜面の断面形状(土堤を想定して2割以上) ②河道屈曲に応じた断面形状の縦断方向の漸次的変化 ・表法は、凸部で緩く、凹部で急な勾配 ・裏法は、凸部で急で、凹部では緩い勾配 (土堤以外の場合には、河岸を適用した護岸の考え方に基づく)	 ・凸型断面は基本型としない

(2) 景観設計の基本型

基本型の構築にあたっては、第1に河川微地形の形態的特徴をデザインの洗練させること。第2にできるだけ数少ないモデルで代表させること。第3にシンプルな形状とすることを主眼とした。その理由は、自然の微地形をあくまでも人為である設計にそのままの形で再現することには無理があること。たとえ可能であっても、むしろ結果としては、嫌味に落ち入り易いことを考えたためである。

ここで提示する基本型は、あくまでもそれぞれの構造物の形状の基本的な型を示すものであり、細部のデザインや高さ、勾配等のスケールはもちろんのこと、河川微地形に見られた書割線や水際部の微妙な入り組み等の形態的な特徴は、場所の特性に応じて適宜デザインされてしかるべきものと考えられる。

さて、先に示した対応関係に基づき、低水護岸、高水敷、堤防の景観設計の基本型を検討した例が表-8である。

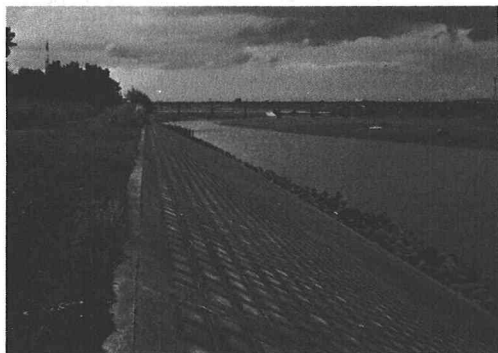
(3) 形態的特徴からみた既存整備例との比較

ここでは、景観設計の基本型に基づく河川構造物及び河川空間がどのような形態的特徴と景観的效果を有するのかを、やや極端なたちではあるが、従来の整備例との比較から浮き彫りにしてみる。

a) 機能主義に基づく護岸の整備例

この考え方に基づく構造物のデザイン手法は、先の表-1に示したように水理学に基づく平滑幾何学的手法といえる。これによって形づくられる低水護岸の形態的特徴は、直線的な平面形、一様・平滑な断面形及びその同一断面形の縦断の連続である。

写-7はその典型例である。そこから生まれる空間の印象は、人工的・画一的といったものであり、

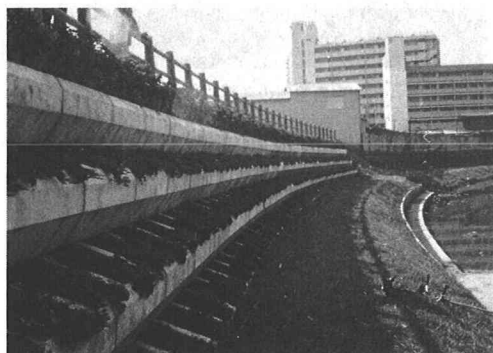


写-7 機能主義に基づく護岸整備例

ましてや、川らしいとは言い難い風景である。

b) 個別環境表現主義に基づく護岸の整備例

この考え方に基づく護岸整備は、いわゆる環境護岸と呼ばれるものである。ここでは、生態系の保護・人々の親水活動等の場所毎の個別の環境要求に対し、それを単目的に満足するような形状を考えている。そのため、低水護岸のデザイン手法は、体系だったものとは言い難く、個々の環境要求に対応した実に様々な形の護岸が構築されてきた。写-8はその一例としての緑化護岸の整備例である。この例に見るように環境護岸は、特化した環境要求に対応する機能的形を特に断面形のみで考える傾向（標準断面の考え方）が強く、その結果として、同一断面が縦断的に長区間連続する。そこから生まれる空間の印象は、やはり画一的で、しかも場違いと思われることも多く、必ずしも川らしいとは言い難い。



写-8 個別環境表現主義に基づく護岸整備例

c) 河川風景主義に基づく護岸の整備例

本研究で基本型として提示した護岸整備の形態的特徴を、前2者との比較で考えると、第1点は形状決定の拠り所を、特定の環境要求ではなく、自然性の高い河川にみられる形、即ち河川風景に求めたことである。第2点は断面形の縦断方向における漸次的変化を与えること、つまり、形態を断面だけでなく、3次元的に考慮したということである。

こうすることによって、従来の護岸整備にありがちであった、人工的・画一的・場違いといった印象を緩和し、河川空間に適度な分節とまとまり、風景としての川らしさを与えることが可能になると考えられる。

写-9は基本型に近い形で整備されたと考える護岸の例である。護岸勾配及び平場幅の漸次的変化が空間に適度なまとまりとリズムを与えている。更には、適所に配置された水際部の変化がそれを強調し、効果を高めていると言えよう。護岸肩部の垂直面は護岸の高さを抑えるとともに、陰影により護岸にアクセントを与えていると言える。



写-9 河川風景主義の考えに近い護岸整備例

以上、やや極端なかたちでそれぞれの河川設計思想とそれに基づいて形づくられた低水護岸の形態的特徴とその景観的效果を比較してみた。より一般的には、表-9のようにまとめることができる。

表-9 河川設計思想とそのデザインの形態的特徴

設計思想	形 態 的 特 徴	
	一般的形状	イメージ
機能主義	- 一様、平滑断面 - 直線的線形 - 同一断面形状の連続	人工的
個別環境表現主義	- 場所ごとの個別要求に対応した機能的断面 - 同一断面形状の連続	画一的
河川風景主義	- 河川微地形に基づく川らしい断面 - 断面形状の縦断方向の漸次的変化	川らしさ 適度なまとまり

7 まとめと今後の課題

本研究では、自然性の高い河川に見られる微地形の形態的特徴の分析を通じて、微地形を比較的単純な幾つかのタイプ（河岸4タイプ、寄洲の全体形状2タイプ、寄洲の水際部形状6タイプ）に類型化し、これらの知見によって河川風景主義に基づく新たな設計手法を低水護岸、高水敷、堤防について提案した。また、従来の河川整備との比較を行い、その景観上の効果を示した。

今後の課題としては、次の諸点がある。

- ①今回扱えなかった川らしさを演出する人文的要素（水防林、治水神社等）についても検討する。
- ②調査河川を増やすことにより、河川微地形の基本類型の検証と類型の充実を図る。
- ③今回は調査しなかった扇状地河道、三角洲河道等の上流部・下流部での河川微地形の形態的特徴の把握。
- ④微地形の基本類型の定量化（ディメンジョン、形の定量化）。
- ⑤形態的特徴を生み出すプロセスの把握。

なお、本研究は篠原が土木研究所緑化研究室在任中に発想し、筆者らが実施した河川公園景観計画調査に基づくものである。研究の遂行にあたっては、井上忠佳緑化研究室長に多大なる御協力を賜った。又、資料提供等においては、建設省関係工事事務所の御協力を戴いた。紙面を借りて謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 栗田精一、河原植物群落の生態学的研究、生態学研究7、1941
- 2) 西上、丸山、江ノ川河岸植生におよぼした洪水の影響、山陰文化研究紀要13、1973
- 3) F. R. TROHE, Landform Equations Fitted to Contour Maps, Am. Jour. of Sci., Vol. 263, 1965
- 4) 高山茂美、河川地形、共立出版、1974
- 5) 井口昌平、川を見る、東京大学出版会、1979
- 6) 土木学会水理委員会、移動床流れにおける河床形態と粗度、1973
- 7) 山本、末次、桐生、高水敷の造成に伴う河道計画に関する二・三の考察、土木技術資料27-12、1985. 12
- 8) 矢野洋一郎、河川環境に適した護岸の事例、河川、1981. 6
- 9) 中村良夫、河川景観計画の発想と方法、河川、1980. 6